

ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ВІДХОДІВ ПОЛІЕТИЛЕНУ НИЗЬКОЇ ГУСТИНИ ГРИБОВИЦЬКОГО СМІТТЄЗВАЛИЩА

Сміттєзвалище у с. Великі Грибовиці поблизу м. Львова є одним з найбільших забруднювачів довкілля у Львівській області. На даний час сміттєзвалище є закритим. Причиною закриття стала пожежа, яка виникла на його території 29 травня 2016 р., і наступний зсув значної кількості сміття.

Серед усього різноманіття полімерних відходів на полігоні чи не найбільша частка припадає на відходи поліетилену низької густини (ПЕНГ). Основними виробами на основі ПЕНГ, які потрапляють на Грибовицьке сміттєзвалище, є тара після багаторазового використання (ящики для транспортування харчових продуктів), різноманітні пакувальні матеріали (упаковка, відпрацьовані кульки, клейонка). Внаслідок зростання кількості полімерних відходів зростає ризик суттєвого забруднення довкілля.

На даний час значна кількість підприємств займається вторинною переробкою пластмасових пляшок, ящиків, плівок та інших матеріалів, які втратили свої споживчі характеристики. Для сумішей на основі ПЕНГ вміст відходів у товарному ПЕНГ може досягати і до 30 % мас. Матеріалами для досліджень були суміші на основі відходів ПЕНГ і товарного ПЕНГ (марки 10203-003, 10702-020 і 10603-007, що мають дуже схожі фізико-механічні властивості). Відходи ПЕНГ збиралися на поверхні території Грибовицького сміттєзвалища і піддавалися очищенню від сторонніх домішок, бруду перед їх грануляцією та виготовленням стандартних зразків для досліджень ISO R527 (тип 2).

Текучість полімерів є однією із основних показників, яка характеризує здатність матеріалу до переробки. Тому реологічні характеристики полімерів є теоретичною основою їх переробки. Знаючи їх можна розрахувати швидкість руху розтопу полімеру по каналах формуючого інструмента форми та визначити умови, що необхідні для заповнення розтопом прес-форми, тобто забезпечити одержання виробів хорошої якості.

Дослідження реологічних властивостей сумішей на основі ПЕНГ показали, що із підвищенням температури в'язкість товарного ПЕНГ та його відходів зменшується. Для відходів ПЕНГ зменшення в'язкості розтопів при однаковій температурі, порівняно з товарним ПЕНГ, є більш значною. У всьому досліджуваному інтервалі швидкостей зсуву усіх розтопів матеріалів значення їх ефективної в'язкості не є постійним. Це свідчить про те, що з підвищенням напруження зсуву аномалії в'язкості розтопів проявляються у більшій мірі. Для розтопів відходів ПЕНГ, на відміну від товарного ПЕНГ, ці аномалії є більш

вираженими, що свідчить, очевидно, про зміни міжмолекулярних взаємодій у міжфазних шарах, протікання деструктивних явищ і зменшення молекулярної маси макромолекул полімера.

Одним із важливих методів, за допомогою якого можна визначити будову макромолекул полімера, є інфрачервона спектроскопія (ІЧ-спектри). На ІЧ-спектрах відходів ПЕНГ, на відміну від ІЧ-спектрів товарного ПЕНГ, з'являються додаткові смуги, які можуть свідчити про наявність у полімерному матеріалі процесу природного старіння. Цей процес супроводжується окислювальною деструкцією. Підтвердженням окислювальної деструкції матеріалу є наявність у відходах ПЕНГ смуги в районі 1900 см^{-1} та смуги з частотою поглинання 1740 см^{-1} , яка відповідає за валентні коливання карбоксильних груп.

Інтенсивність смуги 1378 см^{-1} вказує на наявність значної кількості метильних груп в основному ланцюгу поліетилену, що може бути викликано деструкцією полімерного ланцюга. Крім того, розрив ланцюга може призводити до утворення ненасичених функціональних груп і макромолекула вторинного поліетилену буде містити ненасичені зв'язки вініліденового типу (утворення смуги 989 см^{-1}). Тому можна вважати, що процес окислення поліетилену, його природне старіння зменшують молекулярну масу та ступінь кристалічності і тим самим погіршують технологічні властивості матеріалу при його переробці у виробі.

Термомеханічні характеристики полімерних матеріалів, що пов'язані з гнучкістю макромолекул та їх внутрішньою структурою, доцільно досліджувати за допомогою термомеханічних кривих. Крім того, термомеханічні криві дають змогу визначити інтервали фазових станів полімеру і їх температурні переходи.

Із проведених термомеханічних досліджень видно, що температура плавлення $T_{\text{пл}}$ товарного ПЕНГ становить $\sim 128\text{ }^{\circ}\text{C}$ і є вищою від його відходів ($T_{\text{пл}} \sim 117\text{ }^{\circ}\text{C}$). Очевидно, це пов'язано із зменшенням молекулярної маси відходів ПЕНГ, на відміну від товарного ПЕНГ, і, відповідно, з деякими змінами у кристалічній структурі досліджуваних матеріалів. При цьому у відходах ПЕНГ зростає вміст аморфної фази і зменшується ступінь кристалічності матеріалу в цілому. Для суміші на основі товарного ПЕНГ, який містить 20 % відходів ПЕНГ, $T_{\text{пл}} \sim 123\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Експлуатаційні показники матеріалів на основі сумішей термопластів суттєво відрізняються від товарних однорідних термопластів. Їх можна в широких межах регулювати фізичним станом матеріалу, природою вихідних компонентів, характером розподілення інгредієнтів в об'ємі матеріалу, термічною обробкою або технологічними умовами переробки, що впливають на процес кристалізації розтопу і утворення різноманітних надмолекулярних структур.

Для покращення екологічної ситуації на території Грибовицького сміттєзвалища можна відходи ПЕНГ переробляти із товарним ПЕНГ для одержання виробів "не технологічного" призначення. Щоб не вносити суттєві зміни у технологічний процес виготовлення виробів на основі товарного ПЕНГ можна додавати відходи ПЕНГ у кількості не більше 20 % мас. Наявність незначної кількості відходів незначно вплине на експлуатаційні показники виробів та здатність до переробки матеріалу, порівняно з товарним ПЕНГ.